

Docket No.: 62758-047

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of :
: Makoto ONODERA, et al. :
: Serial No.: : Group Art Unit:
: Filed: July 28, 2003 : Examiner:
: For: ANALYTICAL SHELL-MODEL PRODUCING APPARATUS

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

Japanese Patent Application No. 2003-077390, filed March 20, 2003

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY



Keith E. George
Registration No. 34,111

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 KEG:mlw
Facsimile: (202) 756-8087
Date: July 28, 2003

NT 1222 6400

62708-047

Makoto OMODERA et al.

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

July 28, 2003

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 2 0 日
Date of Application:

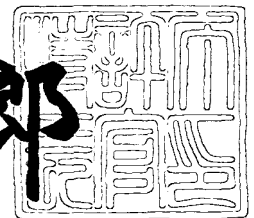
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 7 7 3 9 0
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 7 7 3 9 0]

出 願 人 株式会社日立製作所
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 5 2 4 4

【書類名】 特許願
【整理番号】 JP4255
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G06F 17/50

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地
株式会社 日立製作所 機械研究所内

【氏名】 小野寺 誠

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区南大井 6 丁目 2 8 番 2 号
株式会社 日立製作所 クロスマーケットソリューション事業部内

【氏名】 廣 喜充

【特許出願人】

【識別番号】 000005108
【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100077816
【弁理士】
【氏名又は名称】 春日 讓

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009209
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 解析用シェルモデル作成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

3次元形状モデルで作成した形状モデルに対し、数値解析用の解析用シェルモデルを作成する解析用シェルモデル作成装置において、

形状モデルから薄板部を認識するための基準板厚寸法を入力する基準板厚入力手段と、

形状モデルを構成する任意の2面の面間距離が、上記基準板厚入力手段により入力された基準板厚寸法以下の2面をペア面として認識するペア面認識手段と、

このペア面認識手段により認識されたペア面を、表側面、裏側面及びリブ面として認識する表裏リブ属性認識手段と、

この表裏リブ属性認識手段によって認識された表側面もしくは裏側面のいずれか一方の面群とリブ面を、それぞれ形状の内部方向の法線方向にオフセットしたオフセット面を作成するオフセット面作成手段と、

このオフセット面作成手段により表裏いずれかの面から作成したオフセット面と、リブ面から作成したオフセット面を縫合する縫合面作成手段と、

この縫合面作成手段により縫合したオフセット面を中間サーフェスモデルとして登録する中間サーフェスモデル作成手段とを備えたことを特徴とする解析用シェルモデル作成装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の解析用シェルモデル作成装置において、

上記表裏リブ属性認識手段によって認識した表側面、裏側面及びリブ面を強調表示する表裏リブ属性強調表示手段を備えることを特徴とする解析用シェルモデル作成装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載の解析用シェルモデル作成装置において、

上記表裏リブ属性認識手段によって認識した表側面、裏側面及びリブ面を対話的に修正する表裏リブ属性対話修正手段を備えることを特徴とする解析用シェル

モデル作成装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載の解析用シェルモデル作成装置において、

上記中間サーフェスモデル作成手段は、各中間サーフェスモデルの作成元となった形状モデル構成面が帰属するペア面の 2 面の面間距離から対象各中間サーフェスモデルの板厚値を計算し、この板厚値を対象中間サーフェスモデルの厚み属性して付与することを特徴とする解析用シェルモデル作成装置。

【請求項 5】

3 次元形状モデラで作成した形状モデルに対し、数値解析用の解析用シェルモデルを作成する解析用シェルモデル作成装置において、

形状モデルから薄板部を認識するための基準板厚寸法を入力する基準板厚入力手段と、

上記基準板厚入力手段により入力された基準板厚寸法以下の 2 面をペア面として認識し、このペア面に対するオフセット面から中間サーフェスモデルを登録する手段とを備えたことを特徴とする解析用シェルモデル作成装置。

【請求項 6】

3 次元形状モデラで作成した形状モデルに対し、数値解析用の解析用シェルモデルを作成する解析用シェルモデル作成装置において、

形状モデルから薄板部を認識するための基準板厚寸法を入力する基準板厚入力手段と、

上記基準板厚入力手段により入力された基準板厚寸法以下の対抗する 2 面の面間距離から板厚値から中間サーフェスモデルの厚み属性を作成する手段を備えたことを特徴とする解析用シェルモデル作成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、薄板構造のソリッドモデルから解析用シェルモデルを作成する解析用シェルモデル作成装置に係り、特に、計算機を用いた数値解析により、物理現

象を数値的に模擬する C A E (Computer Aided Engineering) システムに用いるに好適な解析用シェルモデル作成装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

有限要素法に代表される数値解析では、解析対象となる物体を六面体や四面体といった、要素の集合でモデル化する方法が用いられる。また、解析対象の物体が薄板構造の場合は、厚みを属性値として付与された四角形要素や三角形要素が利用される。これは六面体や四面体のソリッド要素に比べ四角形や三角形のシェル要素は計算負荷が少ないためである。ところが、実際の設計では三次元 C A D システムを用いて解析対象の物体（形状モデル）を作成しているため、薄板構造の形状モデルでも厚みのあるソリッドとして定義されるのが通常である。

【 0 0 0 3 】

そこで、従来、薄板構造のソリッドモデルから解析用シェルモデルを作成する方法としては、第 1 に、例えば、特開平 6 - 2 5 9 5 0 5 号公報に記載のように、数値解析の対象となる形状モデルに対し、薄板状の形状部分を指示した時に、指示された形状に接続する面分の中で平行な幾何的特徴を持つ面を抽出し、この面に平行で且つ距離が最も短い面をペアとして特定し、この面のペアに対して中立面を作成することで解析モデルを作成する方法が知られている。

【 0 0 0 4 】

また、第 2 には、例えば、特開 2 0 0 2 - 2 0 7 7 7 7 号公報に記載されているように、数値解析の対象となる形状モデルに対して、2 層構造の中空のメッシュモデルを生成し、モデルの節点を形状に基づいて設定された移動ベクトルに基づいて、対面の要素との接触を判定しながら移動させることによって、モデルの節点を中立面上に集め、この結果に基づいて中立面モデルを生成する方法が知られている。

【 0 0 0 5 】

なお、中立面とは薄板形状の中立位置にある面のことを指しており、以下の説明における解析用シェルモデルと同等のものである。

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】

特開平 6-259505 号公報

【特許文献 2】

特開 2002-207777 号公報

【0007】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、特開平 6-259505 号公報に記載の解析用シェルモデル作成方法では、薄板状の形状部分を操作者が指示する必要がある、また指示した形状に対し、平行に接続している面のみが中立面生成の対象となるため、リブのある形状や複雑な形状モデルでは、複数回形状を指示する必要がある、解析用シェルモデルの作成が容易でないという問題があった。

【0008】

また、特開 2002-207777 号公報に記載の解析用シェルモデル作成方法では、中立面モデルが形状モデルとしてではなく、メッシュデータとして作成されるために、パラメータサーベイ等のための形状変更をするためにはメッシュデータから形状モデルを再生成する必要がある、また、このメッシュデータから形状モデルを再生成するとしても形状の複雑さによっては生成できない場合があり、形状モデルとして解析用シェルモデルを作成するという点が考慮されていないものであった。

【0009】

本発明の目的は、容易にかつ形状モデルとして解析用シェルモデルを作成できる解析用シェルモデル作成装置を提供することにある。

【0010】**【課題を解決するための手段】**

(1) 上記目的を達成するために、本発明は、3次元形状モデルで作成した形状モデルに対し、数値解析用の解析用シェルモデルを作成する解析用シェルモデル作成装置において、形状モデルから薄板部を認識するための基準板厚寸法を入力する基準板厚入力手段と、形状モデルを構成する任意の2面の面間距離が、上記基準板厚入力手段により入力された基準板厚寸法以下の2面をペア面として認

識するペア面認識手段と、このペア面認識手段により認識されたペア面を、表側面、裏側面及びリブ面として認識する表裏リブ属性認識手段と、この表裏リブ属性認識手段によって認識された表側面もしくは裏側面のいずれか一方の面群とリブ面を、それぞれ形状の内部方向の法線方向にオフセットしたオフセット面を作成するオフセット面作成手段と、このオフセット面作成手段により表裏いずれかの面から作成したオフセット面と、リブ面から作成したオフセット面を縫合する縫合面作成手段と、この縫合面作成手段により縫合したオフセット面を中間サーフェスモデルとして登録する中間サーフェスモデル作成手段とを備えるようにしたものである。

かかる構成により、容易にかつ形状モデルとして解析用シェルモデルを作成し得るものとなる。

【0011】

(2) 上記(1)において、好ましくは、上記表裏リブ属性認識手段によって認識した表側面、裏側面及びリブ面を強調表示する表裏リブ属性強調表示手段を備えるようにしたものである。

【0012】

(3) 上記(1)において、好ましくは、上記表裏リブ属性認識手段によって認識した表側面、裏側面及びリブ面を対話的に修正する表裏リブ属性対話修正手段を備えるようにしたものである。

【0013】

(4) 上記(1)において、好ましくは、上記中間サーフェスモデル作成手段は、各中間サーフェスモデルの作成元となった形状モデル構成面が帰属するペア面の2面の面間距離から対象各中間サーフェスモデルの板厚値を計算し、この板厚値を対象中間サーフェスモデルの厚み属性として付与するようにしたものである。

【0014】

(5) 上記目的を達成するために、本発明は、3次元形状モデラで作成した形状モデルに対し、数値解析用の解析用シェルモデルを作成する解析用シェルモデル作成装置において、形状モデルから薄板部を認識するための基準板厚寸法を入

力する基準板厚入力手段と、上記基準板厚入力手段により入力された基準板厚寸法以下の2面をペア面として認識し、このペア面に対するオフセット面から中間サーフェスモデルを登録する手段とを備えるようにしたものである。

かかる構成により、容易にかつ形状モデルとして解析用シェルモデルを作成し得るものとなる。

【0015】

(6) 上記目的を達成するために、本発明は、3次元形状モデラで作成した形状モデルに対し、数値解析用の解析用シェルモデルを作成する解析用シェルモデル作成装置において、形状モデルから薄板部を認識するための基準板厚寸法を入力する基準板厚入力手段と、上記基準板厚入力手段により入力された基準板厚寸法以下の対抗する2面の面間距離から板厚値から中間サーフェスモデルの厚み属性を作成する手段を備えるようにしたものである。

かかる構成により、容易にかつ形状モデルとして解析用シェルモデルを作成し得るものとなる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、図1～図17を用いて、本発明の一実施形態による解析用シェルモデル作成装置の構成及び動作について説明する。

最初に、図1を用いて、本実施形態による解析用シェルモデル作成装置の構成について説明する。

図1は、本発明の一実施形態による解析用シェルモデル作成装置の構成を示すシステム構成図である。

【0017】

本実施形態による解析用シェルモデル作成装置は、入出力装置101と、基準板厚寸法指定部105と、ペア面認識部107と、表裏リブ属性認識部109と、オフセット面作成部111と、縫合面作成部113と、中間サーフェスモデル作成部115と、表裏リブ属性強調表示部116と、表裏リブ属性対話修正部117と、中間サーフェスモデル表示部118を備えている。

【0018】

入出力装置 101 は、システム使用者がデータを入力したり表示したりするためのものであり、キーボード、ポインティングデバイス、ディスプレイ等からなる。形状モデル入力部 103 は、形状モデルを入力し、形状モデルデータ 102 として登録する。

【0019】

基準板厚寸法指定部 105 は、形状モデルから薄板部として認識するための基準板厚寸法を入力し、この基準板厚寸法を基準板厚寸法データ 104 として登録する。基準板厚寸法指定部 105 の一例については、図 2 を用いて後述する。

【0020】

ペア面認識部 107 は、形状モデルデータ 102 を構成する任意の 2 面から面間距離が基準板厚寸法データ 104 以下の 2 面をペア面として認識し、ペア面データ 106 として登録する。ペア面認識部 107 によるペア面の認識方法については、図 3 及び図 4 を用いて後述する。

【0021】

表裏リブ属性認識部 109 は、形状モデルデータ 102 及びペア面データ 10 から表側面、裏側面及びリブ面を認識し、表裏リブ属性データ 108 として登録する。表裏リブ属性認識部 109 による表裏リブ面の認識方法については、図 5 ～図 9 を用いて後述する。

【0022】

オフセット面作成部 111 は、表裏リブ属性データ 108 を用いて、表側面もしくは裏側面のいずれか一方の面群とリブ面を、それぞれ形状の内部方向の法線方向にオフセットしたオフセット面を作成し、オフセット面データ 110 として登録する。オフセット面作成部 111 によるオフセット面の作成方法については、図 10 及び図 11 を用いて後述する。

【0023】

縫合面作成部 113 は、表裏いずれかの面から作成したオフセット面データ 110 と、リブ面から作成したオフセット面データ 110 を縫合した縫合面を作成し、縫合面データ 112 として登録する。縫合面作成部 113 による縫合面の作成方法については、図 12 を用いて後述する。

【0024】

中間サーフェスモデル作成部115は、縫合面データ112を中間サーフェスモデルデータ114として登録する。中間サーフェスモデルデータ114には、縫合面データにくわえて、各中間サーフェスモデルの作成元となった形状モデル構成面が帰属するペア面データ106の2面の面間距離から対象各中間サーフェスモデルの板厚値を計算し、この板厚値を対象中間サーフェスモデルの厚み属性として付与する。

【0025】

表裏リブ属性強調表示部116は、表裏リブ属性データ108に登録されている面を入出力装置101のディスプレイに強調表示する。表裏リブ属性強調表示部116による強調表示の一例については、図13を用いて後述する。

【0026】

表裏リブ属性対話修正部117は、表裏リブ属性データ108を入出力装置101を用いて修正する。表裏リブ属性対話修正部117による修正方法については、図14～図17を用いて後述する。

【0027】

中間サーフェスモデル表示部118は、中間サーフェスモデルデータ114に格納された中間サーフェスモデルを入出力装置101のディスプレイに表示する。中間サーフェスモデルは、形状モデル（ソリッドモデル）と同様なCADデータのような3次元モデルのデータである。

【0028】

次に、図2を用いて、本実施形態の解析用シェルモデル作成装置の基準板厚寸法指定部105による基準板厚寸法の指定方法について説明する。

図2は、本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の基準板厚寸法指定部105による基準板厚寸法の指定画面の画面構成図である。

【0029】

基準板厚寸法指定部105は、入出力装置101のディスプレイに、図2に示す基準板厚寸法指定の操作画面を表示する。装置使用者は、入出力装置101を用いて、操作画面上の基準板厚寸法入力フィールド201に、薄板部として認識

するための基準板厚寸法を入力する。

【0030】

基準板厚寸法は、形状モデルデータの中で薄肉部と判断するための基準となる板厚寸法である。例えば、形状モデルの中に、板厚が2 mm, 3 mm, 5 mmと定義された箇所があり、この部分を薄板部と判定するようにしたい場合には、これらの最大値の5 mmを基準板厚寸法入力フィールド201に入力する。

【0031】

装置使用者が実行ボタン202を押すと、基準板厚寸法入力フィールド201に入力された数値データを基準板厚寸法データ104に登録する。また、キャンセルボタン203を押して場合は、指定が解除される。

【0032】

次に、図3及び図4を用いて、本実施形態の解析用シェルモデル作成装置のペア面認識部107によるペア面認識処理の内容について説明する。

図3は、本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置のペア面認識部107によるペア面認識処理の処理内容を示すフローチャートである。図4は、本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置のペア面認識部107によるペア面認識処理の説明図である。

【0033】

ステップs301において、ペア面認識部107は、形状モデルデータ102と基準板厚寸法データ104を読込む。

【0034】

次に、ステップs302において、形状モデルデータ102を構成する全ての面から、順番に2面（面A，面B）を選択し、これらの面Aと面Bのなす角度が所定の角度 α より小さいか否かを判定する。所定の角度 α は、例えば、30度とする。所定の角度 α 以下の場合は、互いに平行な面若しくはテーパのついて面ということで、ステップs303に進む。そうでない場合には、ステップs306にジャンプする。

【0035】

面A，Bのなす角度が所定の角度 α 以下の場合には、ステップs303におい

て、この2面の面間距離を計算する。

【0036】

次に、ステップs304において、この面間距離と基準板厚寸法データ104を比較し、面間距離が基準板厚寸法データ104よりも小さい場合は、ステップs305において、この2面をペア面とする。例えば、図4の形状モデルに対し、基準板厚寸法が5mmと指定されていた場合は、面401一面402、面403一面404、面405一面406がペア面となる。ここで、面402、面404、面406を指している点線の波線は裏側の面を指している。すなわち、面402は面401、面404は面403に、面406は面405に対向している面である。

【0037】

次に、ステップs305において、すべての面Aに対して、ステップs302～s305の処理を繰り返す。すなわち、例えば、図4の例で、最初に、面Aとして面401を選択し、面Bとして面402が選択されたとすると、面Bを固定したまま、面Aとして順次面403、404、405、406と変えていき、相互の面間のなす角度及び面間距離からペア面を選択する。

【0038】

次に、ステップs306において、すべての面Bに対して、ステップs302～s306の処理を繰り返す。すなわち、例えば、図4の例で、最初に、面Aとして面401を選択し、面Bとして面402が選択されたとして、ステップs306において、面Aとして順次面403、404、405、406と変えていき、相互の面間のなす角度及び面間距離からペア面を選択した後、次に、面Bとして、面403、404、405、406、401と変えていき、相互の面間のなす角度及び面間距離からペア面を選択する。これによって、図4中に存在する全ての面の相互の関係をチェックして、ペア面を洩れなく検出できる。

【0039】

次に、図5～図9を用いて、本実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ認識部109による表裏及びリブの認識処理の内容について説明する。

最初に、図5～図7を用いて、本実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表

裏リブ認識部 109 によるリブの認識処理の内容について説明する。

図 5 は、本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ認識部 109 によるリブの認識処理の処理内容を示すフローチャートである。図 6 は、本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ認識部 109 によるリブの認識処理の説明図である。図 7 は、本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ認識部 109 によるリブ認識処理に用いる隣接グラフの説明図である。

【0040】

図 5 のステップ s 501 において、表裏リブ認識部 109 は、形状モデルデータ 102 に対して、面をノードとし、隣接している面に対するノード同士をエッジにより結んだグラフを作成する。以降、このグラフを「隣接グラフ」と称する。図 7 は、図 6 の形状モデルに対する隣接グラフを示している。

【0041】

図 6 の形状モデルにおいて、面 601－面 603－面 605－面 607 はそれぞれ隣接しているので、図 7 のノード 601－ノード 603－ノード 605－ノード 607 は、エッジにより結ばれる。ここで、エッジの横に「隣接」の文字を付しており、両ノード間が隣接面の関係にあることを示している。また、図 6 の面 602－面 604－面 606－面 608 はそれぞれ隣接しているので、図 7 のノード 602－ノード 604－ノード 606－ノード 608 は、隣接・エッジにより結ばれる。さらに、面 609 は面 603 と面 605 に隣接するので、ノード 609 はノード 603 及びノード 605 と隣接・エッジにより結ばれる。また、面 610 は面 603 と面 605 に隣接するので、ノード 610 はノード 603 及びノード 605 と隣接・エッジにより結ばれる。

【0042】

次に、ステップ s 502 において、この隣接グラフに対し、ペア面の関係にある面をエッジで結ぶ。

図 6 の形状モデルにおいて、面 601－面 602 はペア面を構成しているので、図 7 のノード 601－ノード 602 は、エッジにより結ばれる。ここで、エッジの横に「ペア」の文字を付しており、両ノード間がペア面の関係にあることを

示している。同様にして、面601-面602, 面603-面604, 面605-面606, 面607-面608, 面609-面610は、それぞれペア面を構成しているので、図7に示すように、ペア・エッジにより結ばれる。

【0043】

次に、ステップs503において、隣接グラフから2つ以上のペア属性のエッジを含むループを探索する。

ループには、2つ以上のペア属性を含むという条件があるため、ノード601-ノード602-ノード604-ノード603からなるループは、探索されたループとなる。一方、ノード609-ノード603-ノード605-ノード610からなるループは、ペア属性を1つしか含まないため探索対象外のループとなる。但し、ノード609-ノード603-ノード604-ノード606-ノード605-ノード610からなるループは、ペア属性を2つ含むため、対象のループとなる。

【0044】

次に、ステップs504において、このループ内に存在するノードの数を計算する。次に、ステップs505において、ループ内のノードの数が5つ以上か否かを判定し、ループ内のノードの数が5つ以上の場合は、ステップs506において、ループ内のノードはリブ属性とする。ループ内のノードの数が4つ以下の場合は、ステップs507において、ループ内のノードはリブ属性では無いとする。

【0045】

例えば、図6の形状モデルにおいて、ループ《601-602-604-603》内に存在するノードの数は、4つであるため、「リブでない」と判断され、面601, 602, 603, 604に対して、「リブでない」というフラグを付ける。一方、ループ《609-610-605-606-604-603》は、存在するノードが5つ以上となるので、ステップs507に進む。

【0046】

ステップs507において、全てのループに対して、ステップss505, s506の処理を実行する。

【0047】

次に、ステップs 508において、「リブでない」と判定されなかった面、すなわち、「リブでない」というフラッグの付いていない面を「リブ」と判定する。例えば、ループ《609-610-605-606-604-603》の面の中で、面603, 604, 605, 606はリブでないと判定されているので、面609, 610がリブであると判定される。

【0048】

次に、図8及び図9を用いて、本実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ認識部109による表裏面の認識処理の内容について説明する。

図8は、本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ認識部109による表裏面の認識処理の処理内容を示すフローチャートである。図9は、本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ認識部109による表裏面の認識処理の説明図である。

【0049】

図8のステップs 801において、表裏リブ認識部109は、リブとして認識されていない各ペア面に対して、隣接関係にある面同士をグルーピングする。例えば、図9の例において、各面901, 902, 903, 904は互いに隣接関係にないので、それぞれ独立のグループに含まれるものとして、形状モデルのグルーピングは、

Group 1: 面901

Group 2: 面902

Group 3: 面903

Group 4: 面904

となる。

【0050】

次に、ステップs 802において、グループが2個以上になった場合は、全グループから任意の1つのグループを抽出し、このグループ内に含まれる各面に対してペアの関係のある面同士を1つのグループに統合する。例えば、上述の図9の例において、グループ3の面903に対して、面901はペアであり、また、

面 902 もペアであるので、面 901 と面 902 を統合する。同様に、グループ 3 の面 902 に対して、面 903 はペアであり、また、面 904 もペアであるので、面 903 と面 904 を統合する。その結果、

これを、ペア面の関係に従ってグループの統合化を繰り返すと、グループは、

Group 1 : 面 901, 面 902

Group 2 : 面 903, 面 904

となる。

【0051】

次に、ステップ s 803 において、全てのグループについて、ステップ s 802 の処理を繰り返す。さらに、ステップ s 804 において、ステップ s 802 で統合された結果残ったグループが 2 個になるまで繰り返す。

【0052】

グループが 2 個になったら、ステップ s 805 において、このグループの一方のグループの面群を表側面とし、他方の面群を裏側面とする。例えば、上述の例では、表側面、裏側面は、

表側面 : 面 901, 面 902

裏側面 : 面 903, 面 904

となる。

【0053】

次に、図 10 及び図 11 を用いて、本実施形態の解析用シェルモデル作成装置のオフセット面作成部 111 によるオフセット面作成処理の内容について説明する。

図 10 は、本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置のオフセット面作成部 111 によるオフセット面作成処理の処理内容を示すフローチャートである。図 11 は、本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置のオフセット面作成部 111 によるオフセット面作成処理の説明図である。

【0054】

図 10 のステップ s 1101 において、オフセット面作成部 111 は、表側面若しくは裏側面のいずれか一方をオフセット面の対象にする。このオフセット面

は装置側で自動的に決定しても良いが、操作者に対してどちら側の面を対象にするかを指示させるようにしてもよいものである。例えば、図11に示す例で、面601と面602がペア面としたとき、例えば、面601をオフセット面の対象とする。

【0055】

次に、ステップs1102において、オフセット対象面を面の接続関係を保持しながら、ソリッドの内側方向の法線方向にオフセットした面を作成する。形状データであるCADデータは、ソリッドの中の情報を持っているため、このCADデータによってソリッドの内側方向を決めることができる。ここで、オフセット量は、ペアとなる面の面間距離の $1/2$ とする。なお、テーパ面のように面間距離が徐々に変化する場合には、面間距離の平均値の $1/2$ とする。テーパ面については、面間距離の最大値の $1/2$ としたり、最小値の $1/2$ としてもよいものである。このようにして、図11の例では、面601と面602に対して、オフセット面1101を得ることができる。

【0056】

次に、ステップs1103において、リブ面に対しても同様にステップs1003]の処理を実行し、リブのオフセット面を作成する。以降、表側面、裏側面のいずれか一方から作成したオフセット面を一般オフセット面、リブから作成したオフセット面をリブオフセット面と呼ぶことにする。

【0057】

例えば、図11において、破線で示した形状モデルにおける一般オフセット面は面1101、面1102、面1103、面1104となり、リブオフセット面は面1105となる。

【0058】

次に、図12を用いて、本実施形態の解析用シェルモデル作成装置の縫合面作成部113による縫合面作成処理の内容について説明する。

図12は、本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の縫合面作成部113によるオフセット面作成処理の説明図である。

【0059】

図 11 に示したように、リブのある形状ではリブオフセット面と一般オフセット面が離れることになる。そこで、縫合面作成部 113 は、リブオフセットを一般オフセット面まで延長し、縫合する処理を行い、縫合面として登録する。

【0060】

例えば、図 12 (A) におけるオフセット面 1201 に対しては、線 1202、線 1203 を一般オフセット面まで延長し、一般オフセット面とリブオフセット面を結合する。その結果が、図 12 (B) に示すようになる。

【0061】

図 12 に示すように、面 1201 は、通常 4 つの線 (辺) から構成される。1 つの辺 1201 を、両端の 2 つの制御点 C1、C2 と、中間の制御点 C3 で定義できるので、最初に、制御点 C1、C2、C3 を、一般オフセット面 1204 まで延長して、制御点 C1'、C2'、C3' を決定する。次に、2 つ目の辺 1202 を、両端の 2 つの制御点 C2、C4 と、中間の制御点 C5 で定義できるが、新たな制御点 C2' が定義されたので、制御点 C2'、C4、C5 を、一般オフセット面 1205 まで延長して、制御点 C2''、C4''、C5'' を決定する。これによって、辺 1201、1202 がそれぞれ、辺 1201'、1202' まで延長された新しい面が形成され、一般オフセット面とリブオフセット面が結合される。

【0062】

次に、本実施形態の解析用シェルモデル作成装置の中間サーフェスモデル作成部 115 による中間サーフェスモデル作成処理の内容について説明する。

【0063】

中間サーフェスモデル作成部 115 は、縫合面作成処理部 113 による縫合面作成処理で作成した縫合面を、中間サーフェスモデルデータ 114 として登録する。次に、各中間サーフェスモデルに対して、この中間サーフェスモデルがオフセット面としてオフセットされる元となった形状モデル構成面が帰属するペア面を探索する。図 11 に示した例では、オフセット面 1101 に対して、このオフセット面が帰属するペア面として、面 601、602 を探索する。

【0064】

次に、このペア面に登録されている 2 面の面間距離を算出し、この面間距離を対象中間サーフェスモデルの厚み属性として、中間サーフェスモデルデータ 114 を付与する。ここで、帰属するペア面が複数あった場合は、面間距離の平均値を厚み属性として付与する手法や、最小値や最大値を付与する手法もある。また、ペア面の面間距離が一定ではないテーパのかかったペア面に対しては、この中間サーフェスモデルに対して厚みの変化を分布的に付与する手法もある。また、各中間サーフェスモデルに対して付与された厚み属性はメッシュ作成時に各要素に対して自動的に振り分けられる。

【0065】

次に、図 13 を用いて、本実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ属性強調表示部 116 による表裏リブ属性の強調表示処理の内容について説明する。

図 13 は、本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ属性強調表示部 116 による表裏リブ属性の強調表示処理の説明図である。

【0066】

表裏リブ属性強調表示部 116 は、入出力装置 101 に、図 13 (A) に示すような強調表示画面を表示する。装置使用者は、入出力装置 101 を用いて、図 13 (A) の操作画面上で強調表示したい属性を選択する。表側面を表示したい場合は表側面表示ボタン 1301 を、裏側面を表示したい場合は裏側面表示ボタン 1302 を、リブ面を表示したい場合はリブ面表示ボタン 1303 を選択する。

【0067】

次に、表裏リブ属性強調表示部 116 は、表裏リブ属性データ 108 から選択された属性に合致する面を検索し、検索に合致した面を図 13 の画面上に強調表示する。例えば、表側面表示ボタン 1301 を選択した場合は図 13 (B) のように表示され、裏側面表示ボタン 1302 を選択した場合は図 13 (C) のように表示され、リブ面表示ボタン 1303 を選択した場合は図 13 (D) のように表示される。

【0068】

次に、図 14 を用いて、本実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ属性対話修正部 117 による表裏リブ属性の修正処理の内容について説明する。

図 14 は、本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ属性対話修正部 117 による表裏リブ属性の修正処理の説明図である。

【0069】

図 14 に示すように、入出力装置 101 の画面には、右側にソリッドモデルの斜視図が表示されると共に、左側の操作画面には、表側面選択ボタン 1401、裏側面選択ボタン 1402、リブ面選択ボタン 1403 の選択ボタンが配置されている。装置使用者は、入出力装置 101 の操作画面上で、修正したい面を選択する。次に、選択ボタン 1401～1403 から修正後の属性を選択する。最後に実行ボタン 1404 を押した時点で、修正された表裏リブ属性を表裏リブ属性データ 108 に登録する。また、キャンセルボタン 1405 を押した場合は、指定が解除される。

【0070】

次に、図 15～図 17 を用いて、本実施形態の解析用シェルモデル作成装置による解析用処理モデル作成の全体の処理内容について具体例を用いて説明する。

【0071】

図 15 及び図 16 は、本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ属性対話修正部 117 による表裏リブ属性の修正処理の具体的説明図である。図 17 は、本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の中間サーフェスモデル表示部 118 により表示される中間サーフェスモデルの説明図である。

【0072】

次に、図 15 (A) に示す筐体部品 1501 の解析用シェルモデルを作成する場合、装置使用者は、基準板厚指定部 105 により、筐体部品 1501 の基準板厚寸法を指定する。このモデルの板厚は 3～5 mm なので、ここでは 5 mm と指定する。すると、ペア面認識部 107 によってペア面が認識され、表裏リブ属性認識部 109 によって表裏リブ属性が認識され、そのデータは、表裏リブ属性データ 108 に格納される。図 15 (B) の網掛け部（ディスプレイ上では色を変

えたりして表示)は表側面を表示し、図15(C)は裏側面を表示し、図15(D)はリブ面を表示した例である。

【0073】

ここで、面1505と面1506のリブは微小なリブなのでリブとして認識して欲しくない場合、表裏リブ属性対話修正部117を用いて、図15(D)の表示状態において、面1506を指定してキャンセルボタンを押すことによりリブ面属性が解除される。なお、リブとして認識して欲しくない場合とは、例えば、微小なリブであるため、この部分をリブと認識しなくても強度に影響がないような小さな突起の場合である。この部分をリブとして認識しないことにより、メッシュの数を減らすことができ、強度解析の時間を短縮することができる。

【0074】

図16は、表裏リブ属性対話修正部117によって修正された属性を示している。図16(A)は表側面を表示し、図16(B)は裏側面を表示し、図16(C)はリブ面を表示した例である。

【0075】

次に、オフセット面作成部111をオフセット面データを作成する。図16に示した例では、図16(B)に示した裏側面をオフセット対象面とする。次に、縫合面作成部113により縫合面を作成し、中間サーフェスモデル作成部115により中間サーフェスモデルデータ114を出力する。

【0076】

図17は、中間サーフェスモデル表示部118によって入出力装置110の表示部に表示される中間サーフェスモデルの一例を示している。中間サーフェスモデルに対して付与される厚み属性は以下ようになる。但し、この例では面間距離の平均値を厚み属性として付与することとしている。

面1701: 5mm

面1702: 3mm

面1703: 3mm

このように、装置使用者は基準板厚寸法を入力するだけで、中間サーフェスモデルを作成することができ、また中間サーフェスモデルを対話的に修正すること

が可能であり、効率よく解析用シェルモデルを作成することができる。

【0077】

以上説明したように、本実施形態によれば、薄板構造の形状モデルから解析用シェルモデルを作成する場合において、装置使用者は基準板厚寸法を入力するだけで、中間サーフェスモデルを作成することができ、また中間サーフェスモデルを対話的に修正制御することが可能であり、効率よく解析用シェルモデルを作成することが可能となる。

【0078】

従来の特開平6-259505号公報に記載の方法では、薄板状の形状部分を操作者が指示する必要があるが、リブのある形状や複雑な形状モデルでは、複数回形状を指示する必要があったが、本実施形態では、基準板厚を入力するだけで容易に中間サーフェスモデルを作成することができる。また、従来の特開2002-207777号公報に記載の方法では、中立面モデルが形状モデルとしてではなく、メッシュデータとして作成されるために、パラメータサーベイ等のための形状変更をするためにはメッシュデータから形状モデルを再生成する必要があったが、本実施形態では、中間サーフェスモデルは形状モデルとして作成されるため、この形状モデルである中間サーフェスモデルに対して、曲げ加工や穴開け加工を行うことにより形状の変更を容易に行うことができる。

【0079】

【発明の効果】

本発明によれば、容易にかつ形状モデルとして解析用シェルモデルを作成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態による解析用シェルモデル作成装置の構成を示すシステム構成図である。

【図2】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の基準板厚寸法指定部10

5による基準板厚寸法の指定画面の画面構成図である。

【図 3】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置のペア面認識部 107 によるペア面認識処理の処理内容を示すフローチャートである。

【図 4】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置のペア面認識部 107 によるペア面認識処理の説明図である。

【図 5】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ認識部 109 によるリブの認識処理の処理内容を示すフローチャートである。

【図 6】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ認識部 109 によるリブの認識処理の説明図である。

【図 7】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ認識部 109 によるリブ認識処理に用いる隣接グラフの説明図である。

【図 8】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ認識部 109 による表裏面の認識処理の処理内容を示すフローチャートである。

【図 9】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ認識部 109 による表裏面の認識処理の説明図である。

【図 10】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置のオフセット面作成部 111 によるオフセット面作成処理の処理内容を示すフローチャートである。

【図 11】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置のオフセット面作成部 111 によるオフセット面作成処理の説明図である。

【図 12】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の縫合面作成部 1 1 3 によるオフセット面作成処理の説明図である。

【図 1 3】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ属性強調表示部 1 1 6 による表裏リブ属性の強調表示処理の説明図である。

【図 1 4】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ属性対話修正部 1 1 7 による表裏リブ属性の修正処理の説明図である。

【図 1 5】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ属性対話修正部 1 1 7 による表裏リブ属性の修正処理の具体的説明図である。

【図 1 6】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の表裏リブ属性対話修正部 1 1 7 による表裏リブ属性の修正処理の具体的説明図である。

【図 1 7】

本発明の一実施形態の解析用シェルモデル作成装置の中間サーフェスモデル表示部 1 1 8 により表示される中間サーフェスモデルの説明図である。

【符号の説明】

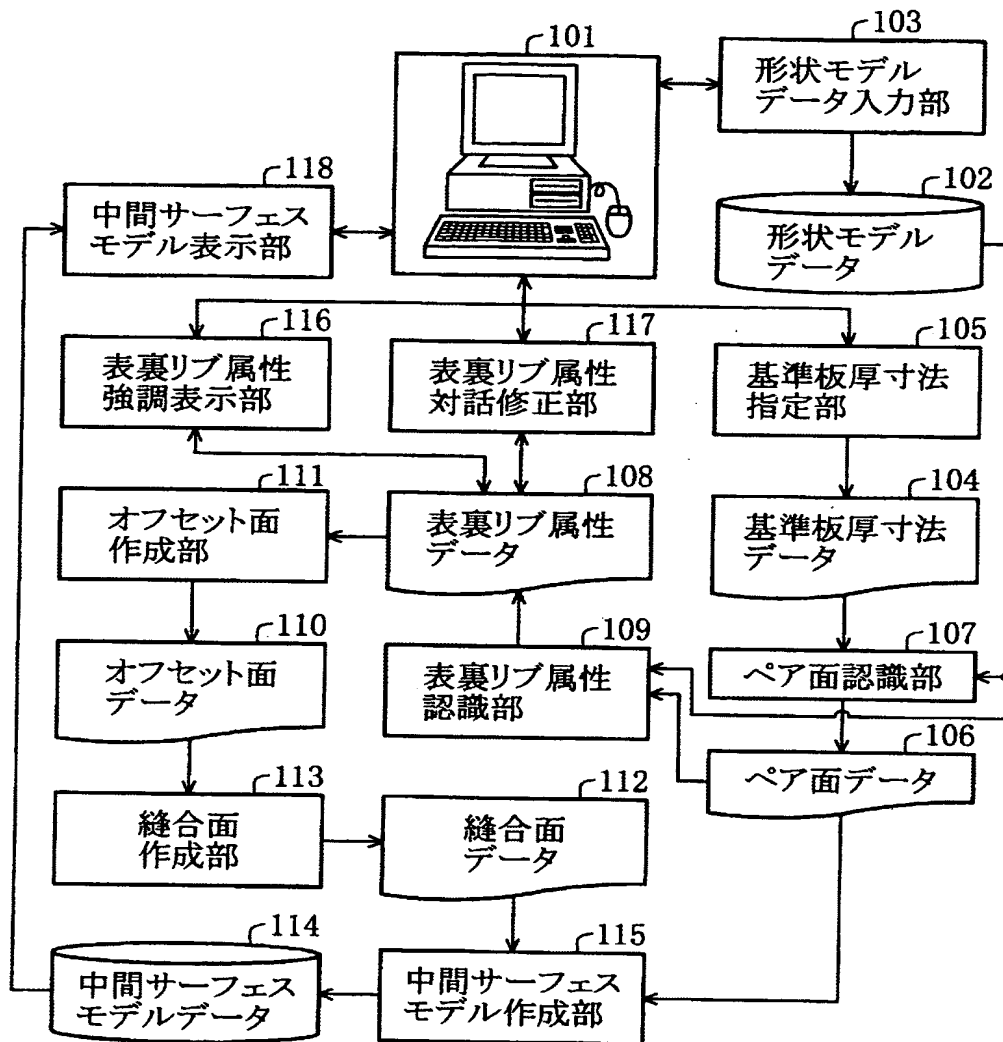
- 1 0 1…入出力装置
- 1 0 2…形状モデルデータ
- 1 0 3…形状モデルデータ入力部
- 1 0 4…基準板厚寸法データ
- 1 0 5…基準板厚寸法指定部
- 1 0 6…ペア面データ
- 1 0 7…ペア面認識部
- 1 0 8…表裏リブ属性データ
- 1 0 9…表裏リブ属性認識部
- 1 1 0…オフセット面データ

- 1 1 1 …オフセット面作成部
- 1 1 2 …縫合面データ
- 1 1 3 …縫合面作成部
- 1 1 4 …中間サーフェスデータ
- 1 1 5 …中間サーフェスモデル作成部
- 1 1 6 …表裏リブ属性強調表示部
- 1 1 7 …表裏リブ属性対話修正部
- 1 1 8 …中間サーフェスモデル表示部

【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】

基準板厚寸法

201

5 mm

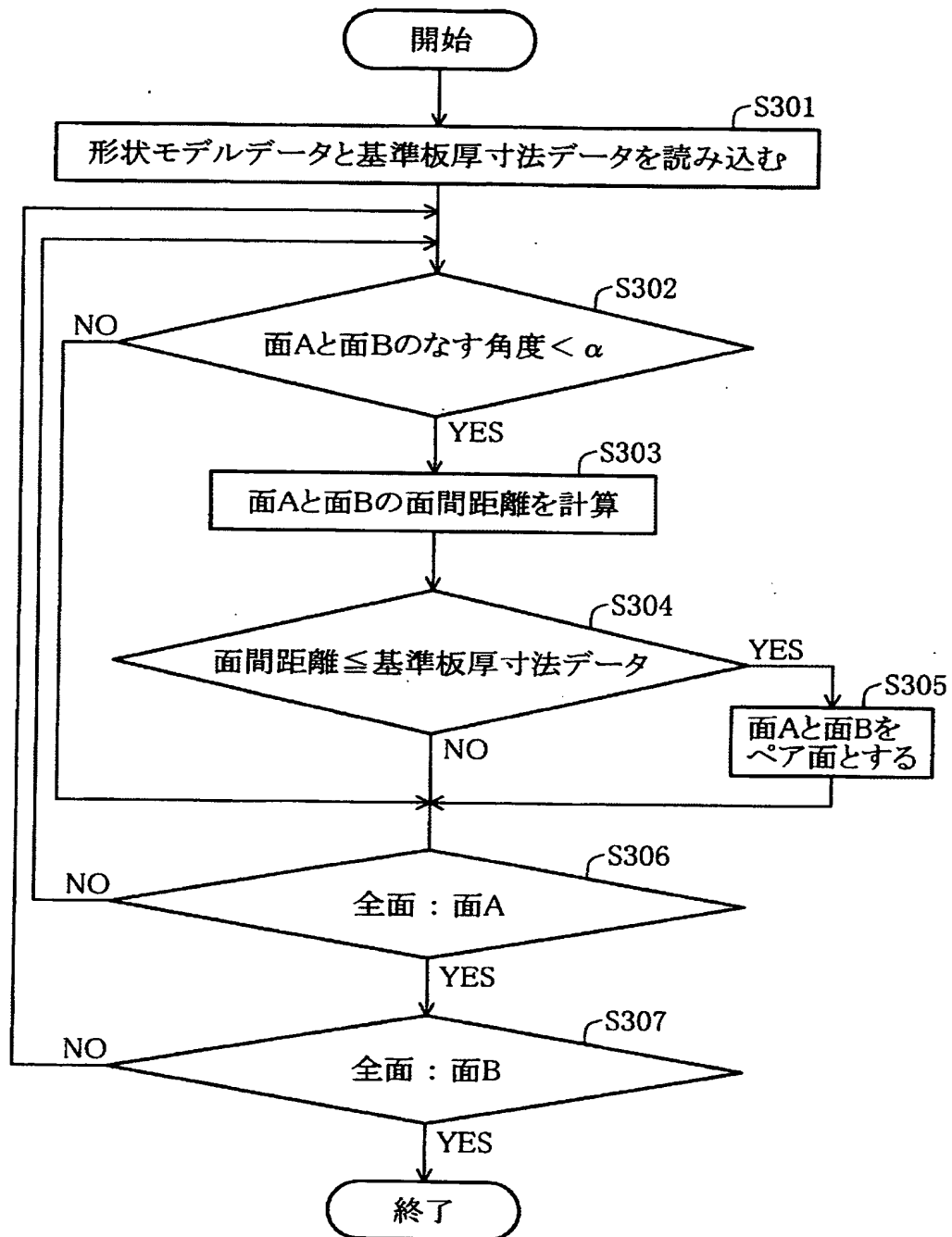
202

実行

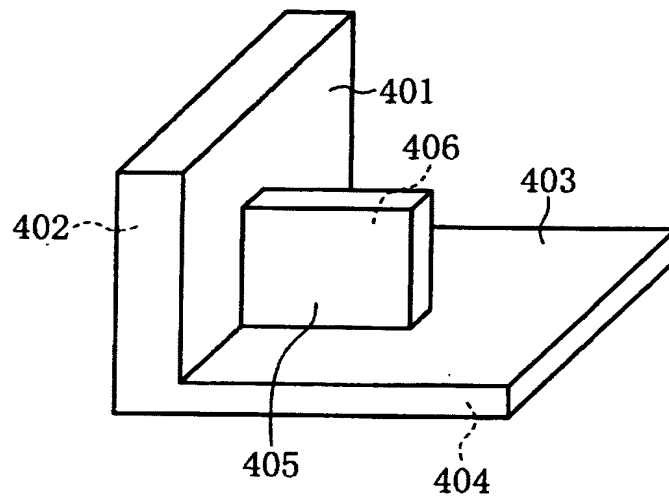
203

Cancel

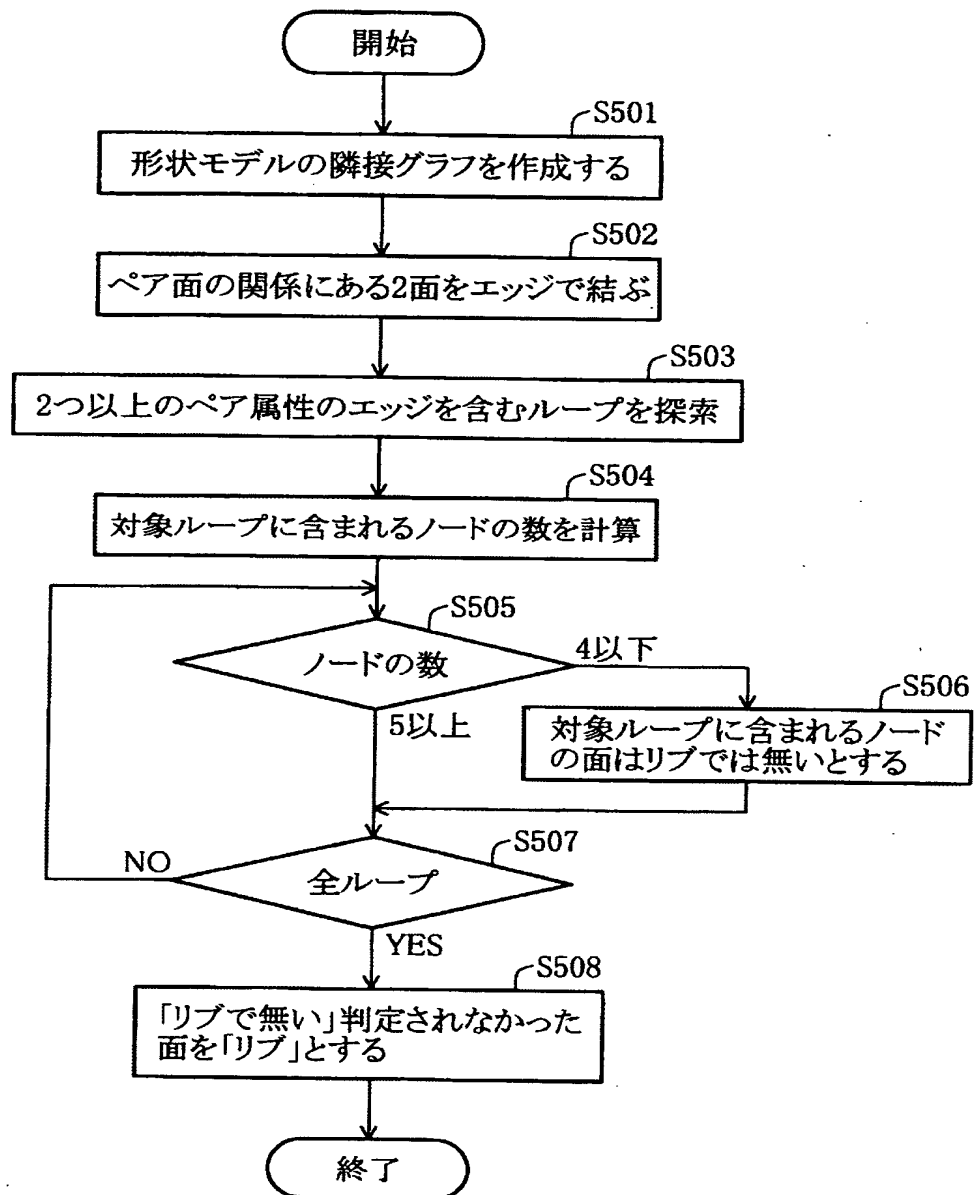
【図 3】



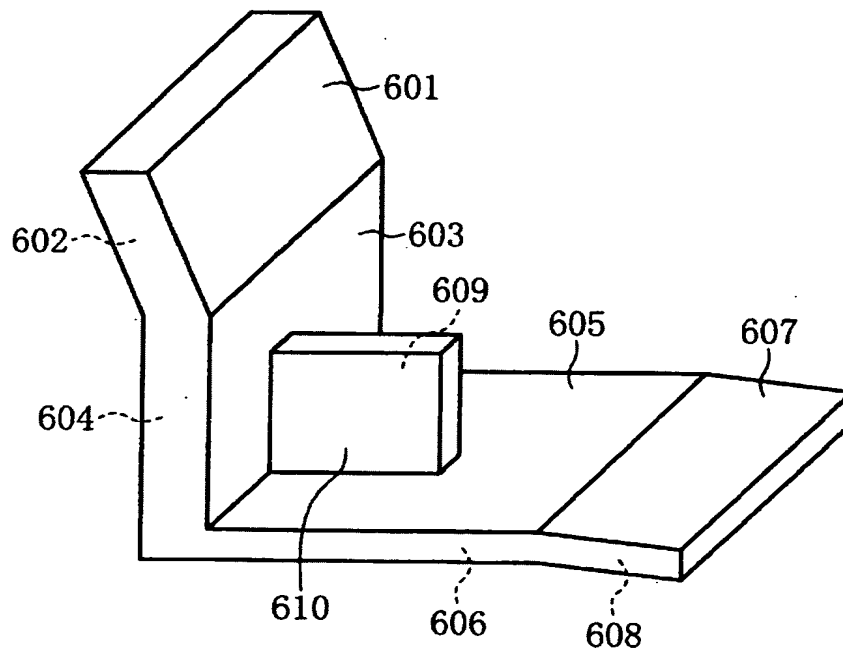
【図 4】



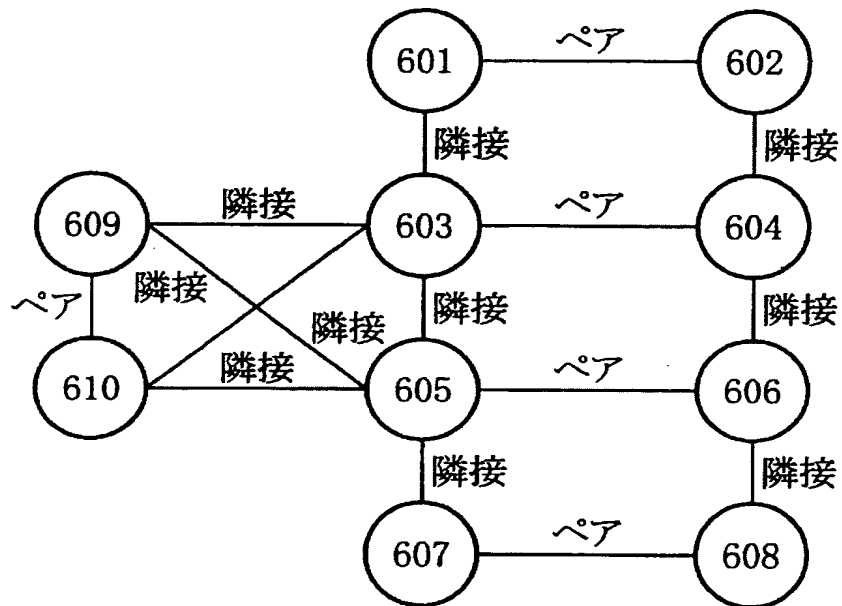
【図 5】



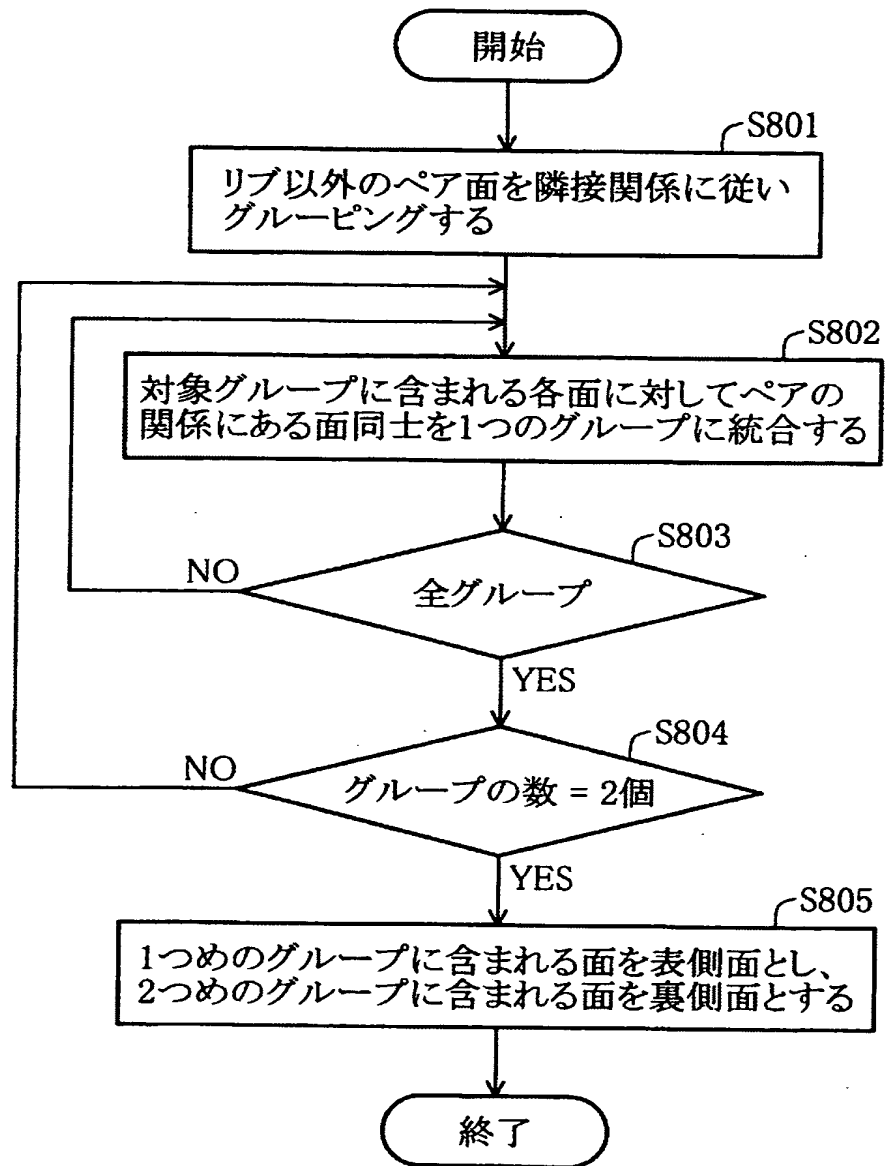
【図 6】



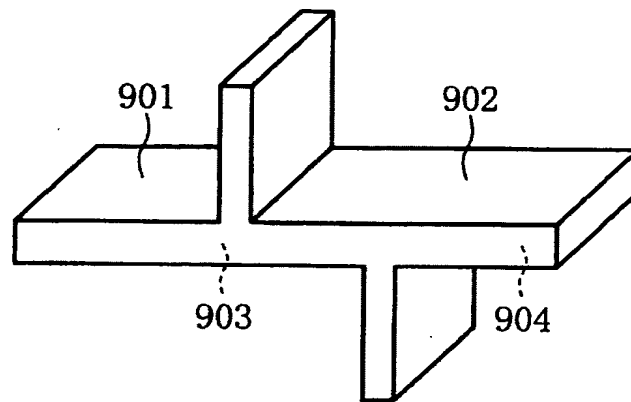
【図 7】



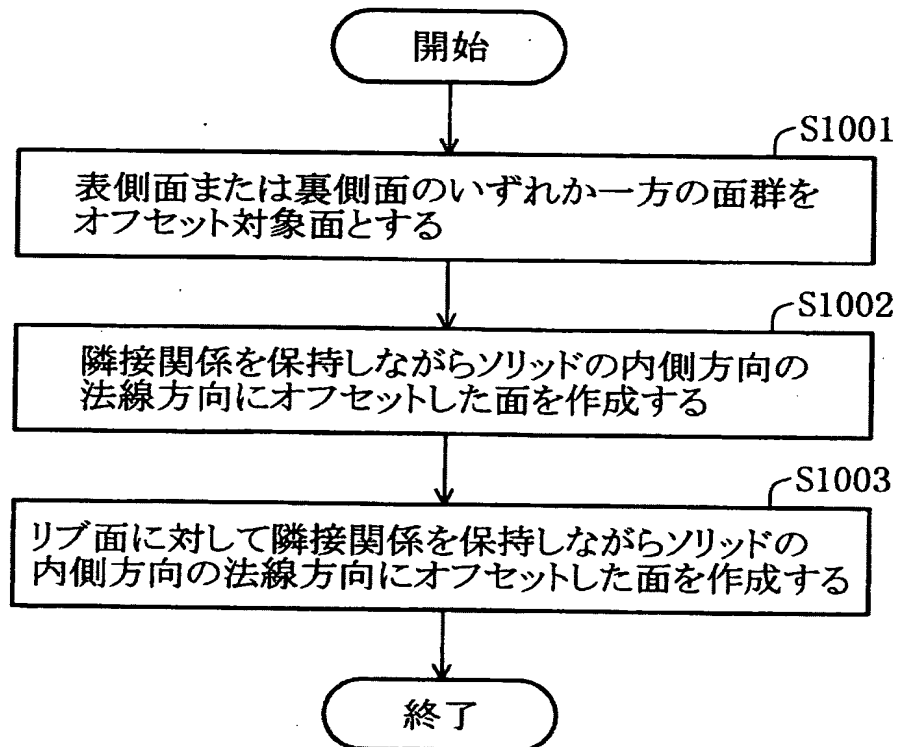
【図 8】



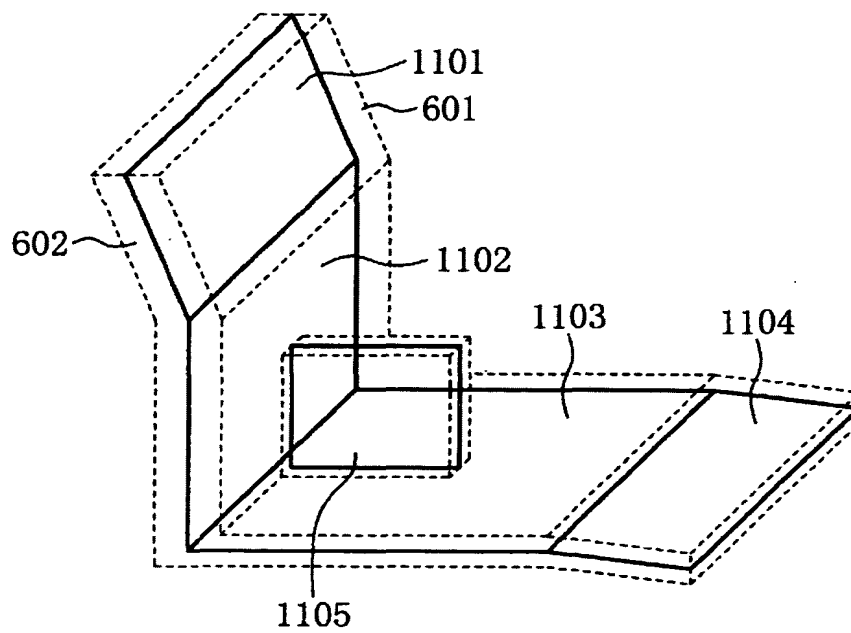
【図 9】



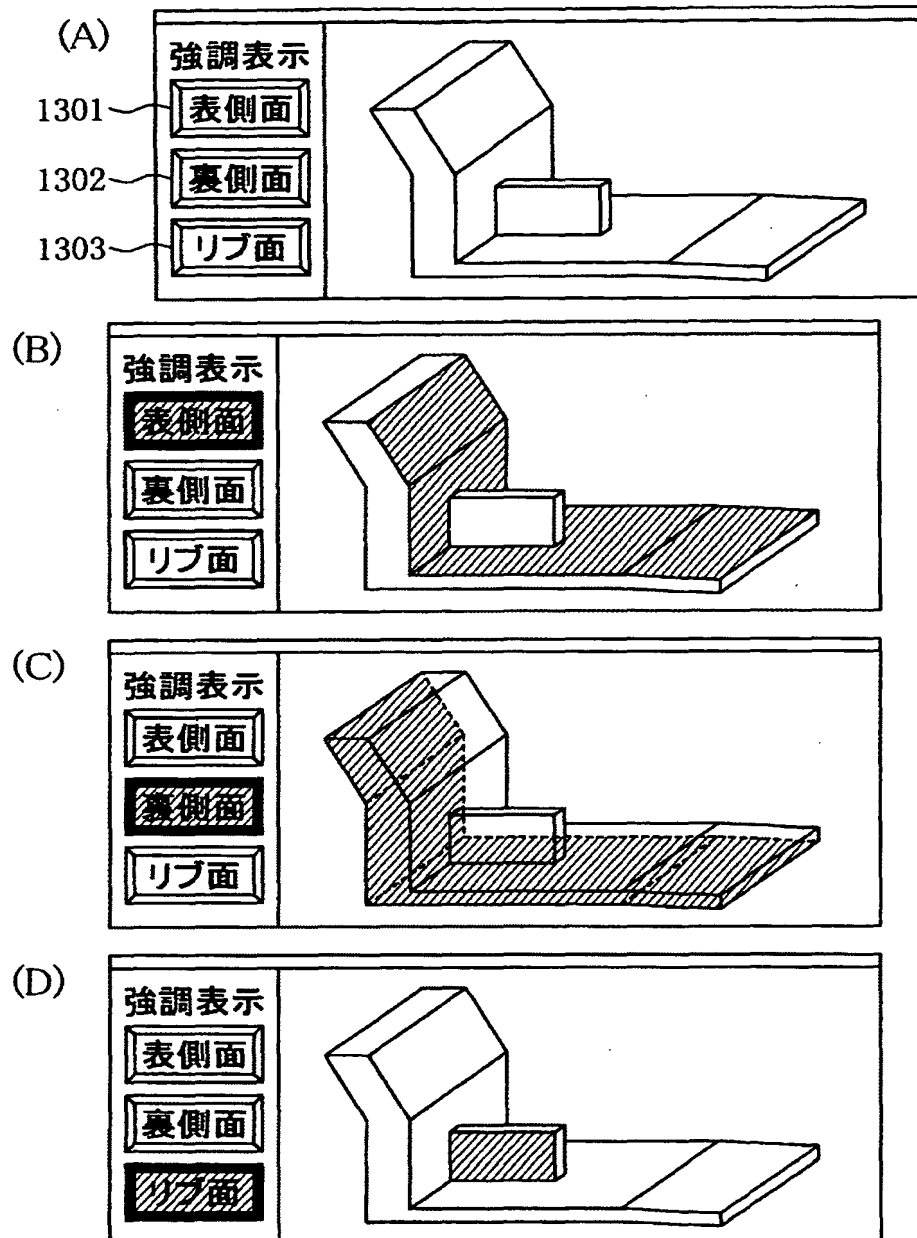
【図 10】



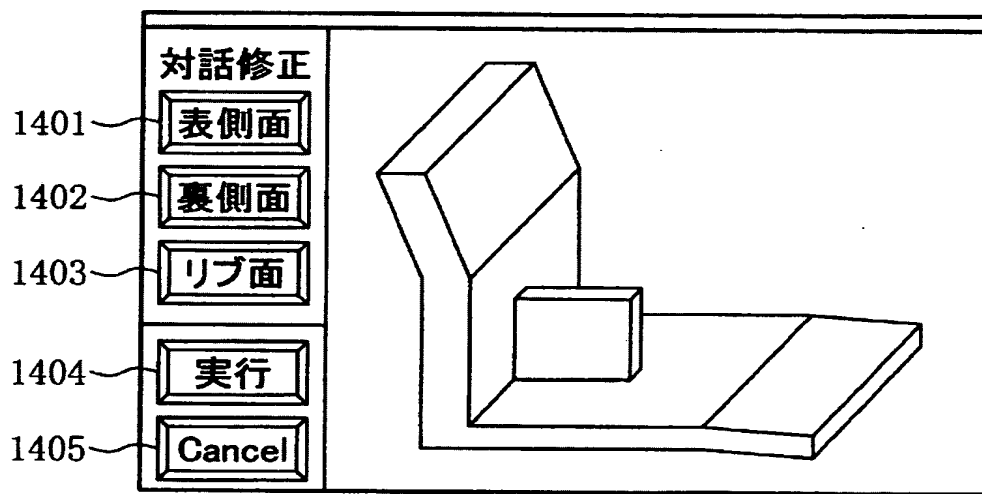
【図 11】



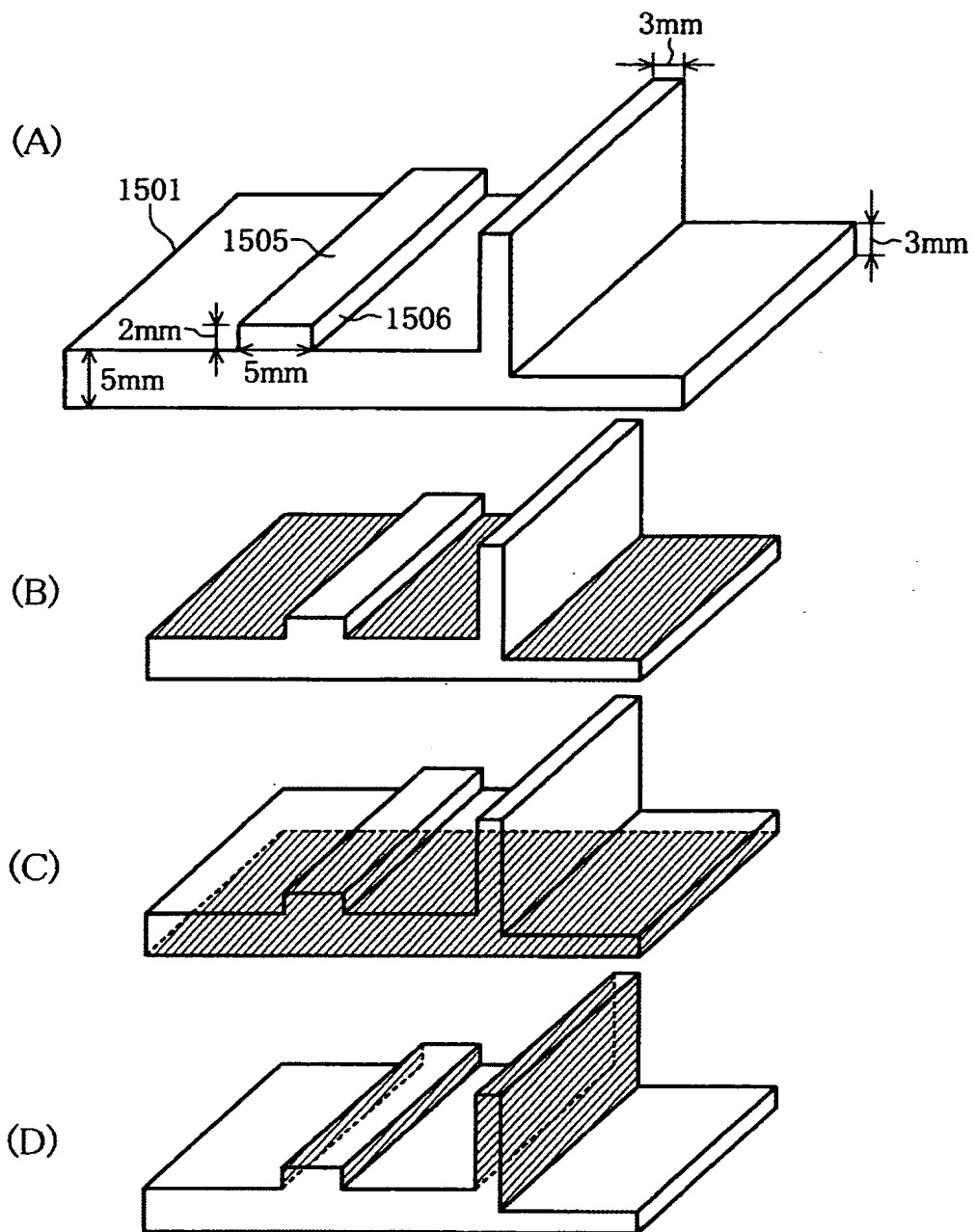
【図 13】



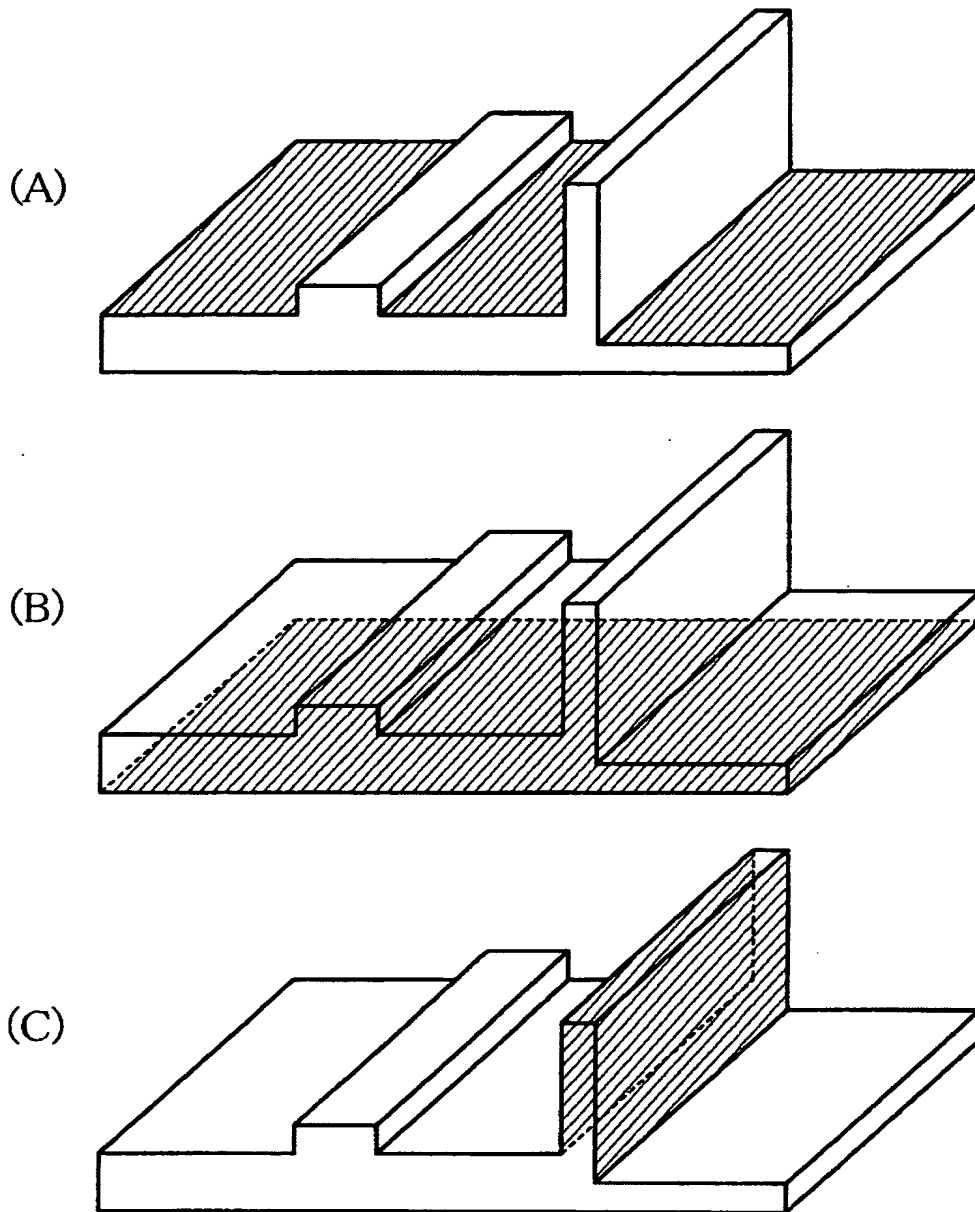
【図 14】



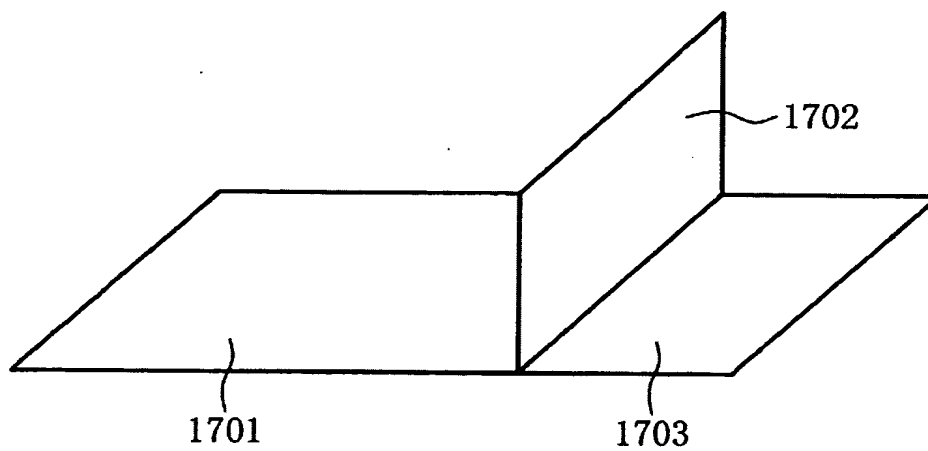
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

上記の従来技術では考慮されていない、容易にかつ形状モデルとして解析用シェルモデルを作成できる解析用シェルモデル作成装置を提供することにある。

【解決手段】

ペア面認識部 107 は、形状モデルを構成する任意の 2 面の面間距離が、基準板厚指定部 105 により入力された基準板厚寸法以下の 2 面をペア面として認識する。表裏リブ属性認識部 109 は、ペア面を、表側面、裏側面及びリブ面として認識し、オフセット面作成部 111 は、表側面もしくは裏側面のいずれか一方の面群とリブ面を、それぞれ形状の内部方向の法線方向にオフセットしたオフセット面を作成する。中間サーフェスモデル作成部 115 は、縫合したオフセット面を中間サーフェスモデルとして登録する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 7 7 3 9 0
受付番号	5 0 3 0 0 4 5 8 5 0 7
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0 0 9 6
作成日	平成 1 5 年 3 月 2 4 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 3月20日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 7 7 3 9 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所